

## STUDI SIMULASI PENGARUH SUDUT DEFLEKTOR PADA SAVONIUS WATER TURBIN DENGAN SUMBU HORIZONTAL TERHADAP POWER GENERATION ALIRAN AIR DALAM PIPA

Ari Prasetyo<sup>1</sup>, Syamsul Hadib<sup>1</sup>, D. Danardono Dwi Prija Tahjana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret

Email: [prasetyo11maret@gmail.com](mailto:prasetyo11maret@gmail.com)

### ABSTRACT

*Savonius water turbine is one of the simplest design and low cost production that attracts wide attention. A single stage Savonius water turbine with horizontal axis is applied in a pipe with diameter of 3 inch to give variation in the deflector angle. Deflector is used to focusing the flow so the torque is increased by the blade curvature in the turbine. This simulation uses the SolidWork 2013 software. The aim of this simulation is to obtain the best performance in each deflector angle, then the result is compared with a turbine without deflector. The deflector performance is analyzed by the pressure contour, the torque and the angle of attack. The deflector angle is vary in different angle of 20°, 30°, 40° and 50° with the deflector ratio of 50%. By using debit input of  $12,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , the results show that angle deflector of 30° is obtained as the best performance where it produce the pressure contour about 279820,99 Pa, torque of 0,6070 Nm and more stable in angle of attack.*

**Keywords:** *picohydro, SolidWork, Savonius, deflector, torque*

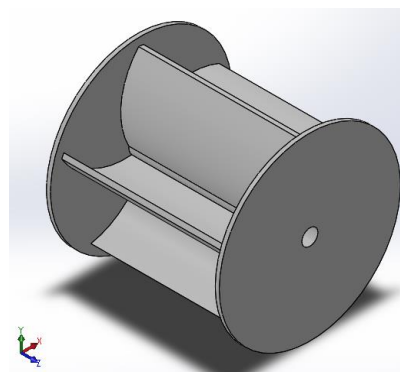
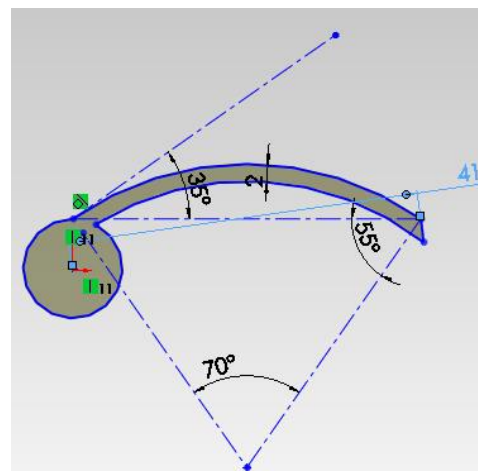
### PENDAHULUAN

Penelitian secara eksperimen dan simulasi tentang turbin tipe lift dan turbin tipe drag telah dilakukan, hasilnya turbin tipe drag memiliki power output yang lebih besar [1]. Turbin tipe drag seperti turbin savonius yang di pasang pada aliran air dalam pipa vertikal untuk membandingkan savonius single stage dan savonius double stage juga telah dikaji sehingga didapatkan daya yang terbesar [2]. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap daya keluaran salah satunya adalah kecepatan fluida [3]. Sebuah deflektor diatur sudutnya untuk mengendalikan aliran fluida didalam pipa. Pengaturan sudut ini bertujuan untuk mengurangi torsi negatif pada permukaan cembung turbin dan meningkatkan torsi positif pada permukaan cekung turbin [4]. Seiring perkembangannya, bentuk deflektor juga diteliti secara simulasi untuk meningkatkan daya output optimal [5].

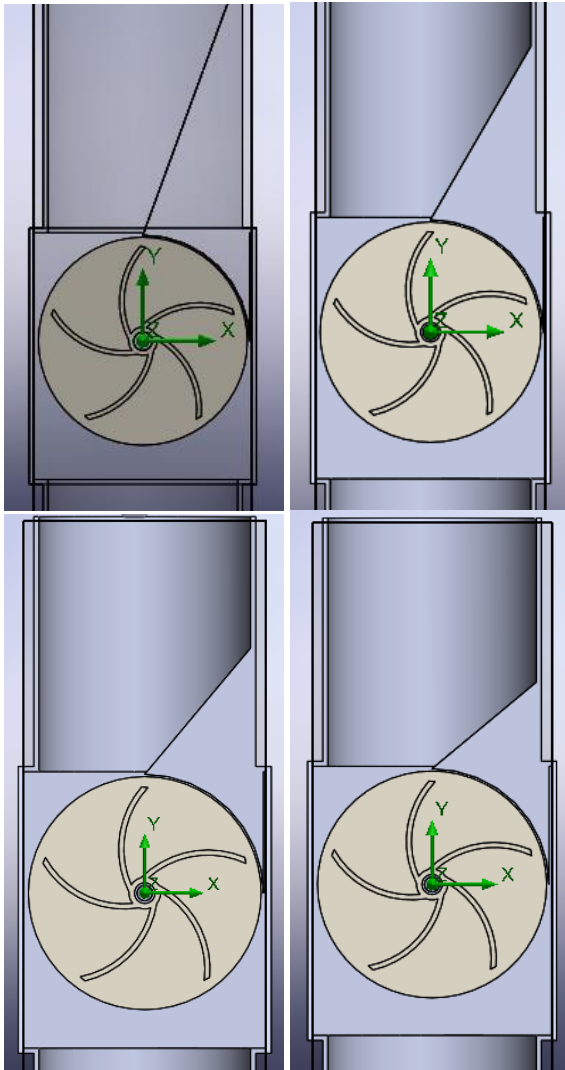
### METODOLOGI PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan adalah membuat desain dari turbin berdasarkan dari referensi terdahulu dan mendekati keadaan nyata. Desain turbin menggunakan jumlah sudu 5 dan sudut lengkung 70° [6], seperti pada gambar 1.

Setelah membuat desain turbin kemudian membuat desain housing turbin dengan variasi sudut deflektor yang akan digunakan untuk pemodelan. Desain housing dengan variasi sudut deflektor disajikan pada gambar 3.



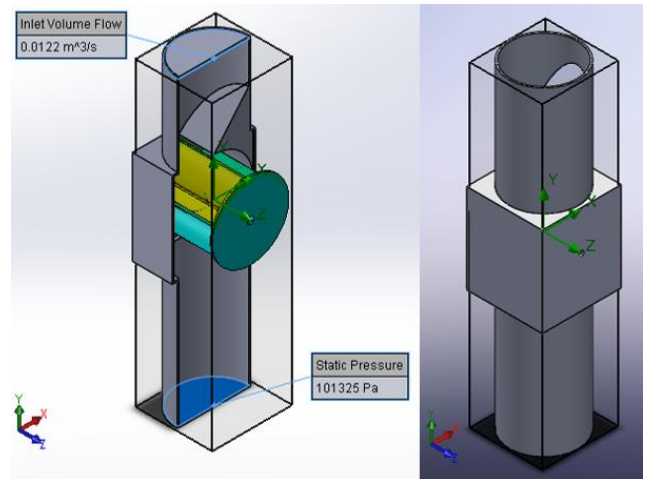
Gambar 1. Desain Turbin



Gambar 2. Desain sudut Deflektor

Proses pemodelan simulasi menggunakan software *SolidWork*. Dimensi pipa dengan diameter dalam 3 inchi dan housing turbin panjang 90mm x lebar 86mm dan tinggi 90mm *volume flow* adalah masukan besarnya nilai air yang akan digunakan dalam simulasi sedangkan *static pressure* adalah tekanan normal air setelah memutar turbin seperti gambar 3.

Tabel 1 adalah parameter yang harus ditentukan untuk proses simulasi. *Wall* merupakan jenis kekasaran pipa yang digunakan. Dalam penelitian ini hasil yang akan dianalisa yaitu dengan membaca *countur plot* untuk mengetahui torsi dan *flow rejection* untuk mengetahui aliran yang terjadi.



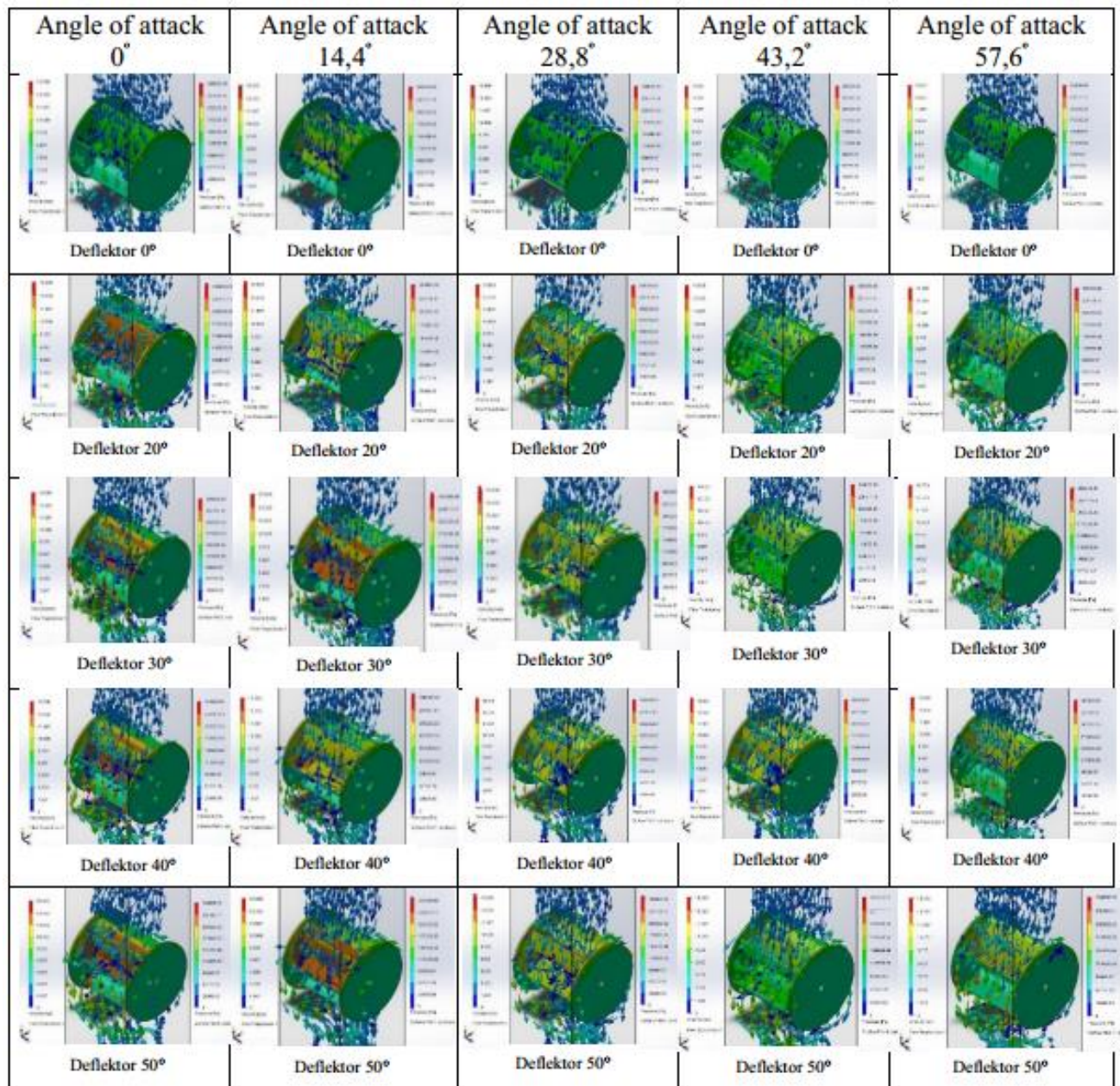
Gambar 3. Pemodelan Simulasi

Tabel 1. Parameter Simulasi

<b>WIZARD</b>	
<i>Create new</i>	
<i>Analysis type internal flow</i>	
<i>Grafiti</i>	
<i>Turbulensi and laminar</i>	
<b>Inlet</b>	
Type Boundary	Inlet Volume Flow
Mass flow rate	$12,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
<b>Outlet</b>	
Type Boundary	Static Pressure
Nilai tekanan	101325 Pa
Arah aliran	Normal to Boundary Condition
<b>Wall</b>	
Type Boundary	Wall/LID
Roughness	Smooth Wall
Material	Aluminium
Mesh	4
<b>Result</b>	
Countour Plot	Tekanan dan Torsi
Flow Rejection	Fenomena Aliran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi adalah berupa data tekanan dan arah aliran dalam pipa. Gambar data digunakan untuk mengetahui distribusi tekanan dengan membaca perbedaan warna tekanan yang terjadi pada setiap sudu turbin. Berikut ini data hasil tekanan dan arah aliran fluida.



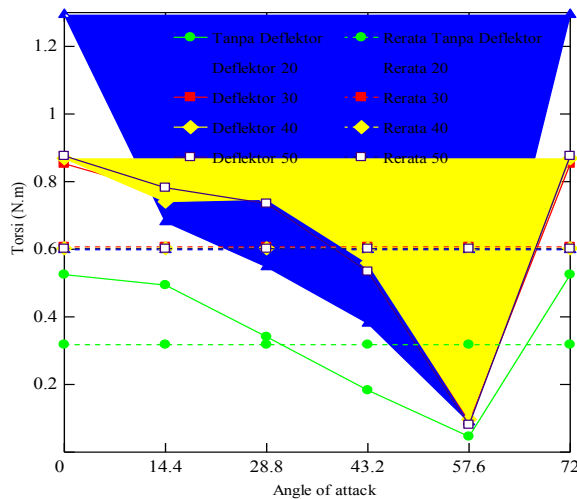
Gambar 4 Tekanan pada turbin dan fenomena aliran pada *setion Angle of attack*

Gambar 5 menunjukkan distribusi tekanan pada setiap sudu turbin yang dibuktikan dengan perbedaan warna. Tekanan yang dialami turbin menghasilkan torsi yang berbeda pada setiap *angle of attack*. Besarnya torsi pada sudu adalah seperti yang ada pada Gambar 5.

Tren torsi hasil simulasi pada gambar 5 menunjukkan kecenderungan naik dan turun pada setiap perubahan posisi sudu. Berdasarkan grafik, rotor tanpa deflektor menghasilkan torsi terendah. Pada tren sudut deflektor 20°, 40°, 50° menunjukkan ketidakstabilan torsi pada setiap *angle of attack*. Hal ini disebabkan karena adanya fenomena pada aliran fluida setelah deflektor yang akan mengenai sudu turbin seperti yang terlihat pada simulasi *countur* tekanan dan *countur* kecepatan yang terjadi. Hasil

simulasi *countur* tekanan pada variasi sudut deflektor 20° dan 50° terlihat adanya tekanan balik pada bagian cembung sudu turbin sehingga akan mengakibatkan gaya yang bekerja pada sudu tidak optimal. Pada sudut deflektor 30° torsi yang terjadi lebih stabil dibandingkan dengan sudut deflektor yang lain. Pada tren grafik torsi rata-rata hasil simulasi menunjukkan bahwa pada deflektor sudut 30° mempunyai torsi terbesar dibandingkan sudut deflektor yang lain. Namun, perbedaan antara sudut deflektor 20°, 30°, 40°, 50° relatif kecil berturut-turut yaitu 0,5986, 0,6070, 0,6028, 0,6016 sedangkan turbin tanpa deflektor hanya mempunyai torsi 0, 3178. Peningkatan torsi turbin tanpa deflektor dengan turbin dipasang deflektor yaitu 89,6%.





Gambar 5. Torsi angle of attack simulasi pada variasi sudut deflektor

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian secara komputasi dengan *software* SolidWork 2013 ini adalah:

1. Sudut deflektor paling optimal yaitu 30° dengan menghasilkan torsi rata – rata tertinggi yaitu 0,6070 Nm.
2. *Angle of attack* pada turbin dengan sudut deflektor 30° menghasilkan torsi yang lebih stabil, seperti pada gambar 6.
3. Peningkatan torsi turbin menggunakan deflektor dan tidak menggunakan deflektor yaitu sebesar 89,6%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen J, H.X Yang, C.P. Liu, C.H. Lau, M. Lo., 2013. *A Novel Vertical Axis Water Turbine for Power Generation from Water Pipelines*, International Journal – Energy, Elsevier Inc. Vol 54. PP 184-193.
- [2] Rosmin, N., Jauhari, A.S., Mustaamal, A.H., Husin, F., Hassan, M.Y., 2015, Experimental Study for the Single-Stage and Double-Stage Two-Bladed Savonius Micro-Sized Turbine for Rain Water Harvesting (RWH) System, Elsevier Inc. Energy Procedia 68: 274–281.
- [3] Yaakob, O. M.A. Ismail, and Y.M. Ahmed., 2013. Parametric Study for Savonius Vertical Axis Marine Current Turbine using CFD Simulation. Vol 3 . PP 200-205.
- [4] Kailash G, T.I Eldho, S.V Prabu., 2012. *Performance Study of Modified Savonius Water Turbine with Two Deflector Plates*, Hindawi Publishing Corporation International Journal of Rotating Machinery. Vol 10. PP 1155-1167.
- [5] El-Askary W, M.H Nasef, A.A AbdeL-Hamid, H.E Gad., 2015. *Harvesting wind energy for improving performance of Savonius rotor*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. Vol 139. PP 8–15
- [6] Rafiudin M., Mohammed Faizal, Young-Ho Lee., 2013. *Optimization of Blade Curvature and Inter-Rotor Spacing of Savonius Rotors for Maximum Wave Energy Extraction*, International Journal – Ocean Engineering, Elsevier Inc. Vol 65. PP 32-38.